

# Mérnökstanár-képzés – Modellalkotás, szakmai szókincsfejlesztés, tantárgyi kapcsolatok

## Vocational Teacher Training – Modeling, Professional Vocabulary Development, Connecting Subjects

NAGYNÉ KONDOR RITA

Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Műszaki Alaptárgyi Tanszék. Magyarország. rita@eng.unideb.hu

*Absztrakt. A mérnökstanár-képzésből kerülnek ki a szakképzés leendő tanárai. Debreceni Egyetem Műszaki Karán öt specializáción folyik mérnökstanár-képzés, kooperatív képzési formában. A képzésben résztvevő vállalati szakemberek a korszerű szakmai tudással oktatják a jövő mérnökstanárait. Jelen cikk célja a mérnökstanár-képzésben résztvevő tanárjelöltek eddigi pedagógiai tapasztalatainak összefoglalása, a tanárjelöltek óraterveinek tartalmi elemzése alapján. A vizsgálat a mérnökstanár képzés során alkalmazott modellalkotásra, szakmai szókincs fejlesztésére, illetve az egyes tantárgyak közötti kapcsolatokra irányul.*

*Abstract. Vocational Teacher Training Programmes provide teachers of Vocational Education and Training schools. University of Debrecen Faculty of Engineering offers Vocational Teacher Training in five specializations, in form of cooperative training. The company specialists participating in the training teach prospective vocational teachers with modern professional knowledge. The aim of this article is to summarize the pedagogical experiences of the prospective vocational teachers, based on the content analysis of their lesson plans. The investigation focuses on prospective vocational teachers' examples of modeling, professional vocabulary development and connections between subjects from their practical pedagogical training in Vocational Education and Training schools.*

*Kulcsszavak: mérnökstanár-képzés, modellalkotás, szakmai szókincs, tantárgyak összekapcsolása*

*Keywords: Vocational Teacher Training, Modeling, Professional Vocabulary, Connecting Subjects*

## Bevezetés

A szakképzés megfelelő színvonala kulcsfontosságú. Magyarországon a szakmai tanárképzés a műszaki területen lassan kilenc évtizedes múltra tekint vissza, hiszen az első intézményes tanárképzés 1936-ban indult a Magyar Királyi József Nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen. E képzés célja a tanonciskolák jelentős szaktanár igényének kielégítése volt [3, 19, 33].

Jelenleg a Debreceni Szakképzési Centrum (DSzC) 11 intézményének célja a térségbe települő iparvállalatok számára jól képzett munkaerő biztosítása, versenyképes tudással rendelkező

szakemberek képzésével. Az érettségire épülő szakképzések esetén az oktatóknak komoly pedagógiai kihívást jelent az elméleti ismeretek és a gyakorlati tudás egyidejű átadása.

2019. szeptemberben a Debreceni Egyetem Műszaki Karán a DSzC-vel együttműködve három szakirányon indult újra Mérnök-tanári szak. 2023-ban a szakirányok száma ötre bővült. A törvényi szabályozás változása miatt a 2020-tól az elnevezés szakirány helyett specializációra változott. Jelenleg az öt specializáció:

- Elektrotechnika-elektronika,
- Építő-építészet,
- Gépészet-mechatronika,
- Környezetvédelem-vízgazdálkodás,
- Műszaki-gazdasági.

A Mérnök-tanári mesterképzésre való jelentkezés feltétele a specializációnak megfelelő mérnöki alap- (BSc) vagy mester (MSc) diploma. 2023. szeptembertől az eddigi 4 féléves képzésen a képzési idő 3 félévesre rövidült. A jelenlegi képzési formák:

- 2 féléves a képzés egyetemi (MSc) szintű mérnöki végzettség esetén,
- 3 féléves a képzés főiskolai (BSc) szintű mérnöki végzettség esetén,
- 2 féléves, rövidített a képzés azok számára, akik a 3 féléves képzésre tudnak jelentkezni, de legalább 50 hónapot dolgoztak pedagógus munkakörben közoktatási intézményben.

Jelen cikk célja a mérnök-tanár-képzésben résztvevő tanárjelöltek eddigi pedagógiai tapasztalatainak összefoglalása, a tanárjelöltek óraterveinek tartalmi elemzése alapján. A vizsgálat a mérnök-tanár képzés során alkalmazott modellalkotásra, illetve az egyes tantárgyak közötti kapcsolatokra irányul. E fogalmak vizsgálatáról, a tantárgyak közötti kapcsolatokról számos kutatás készült a közismereti tárgyak tematikájában, jó gyakorlatokat bemutatva [23, 26, 29]. A cikkünk újdonsága, hogy ezeket a fogalmakat a mérnök-tanár képzés területén vizsgálja, példákat hozva e fogalmakra és a szakmai szókinccs fejlesztésére, melyeket a képzésben részt vevő leendő mérnök-tanárok a szakképző iskolákban folytatott tanítási gyakorlat során alkalmaztak.

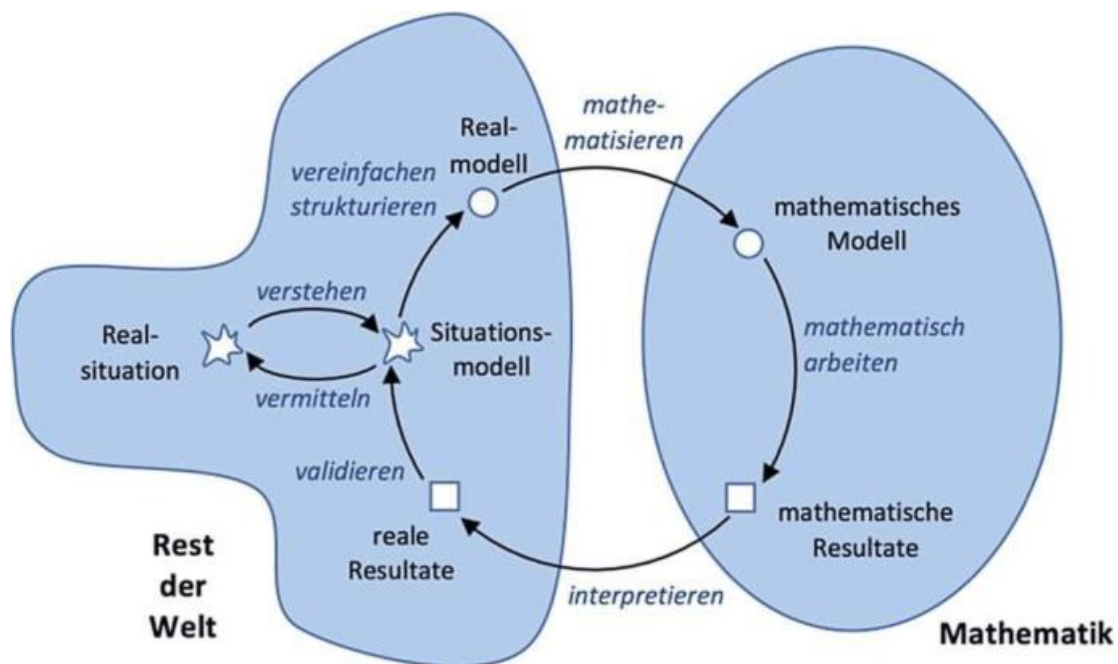
## 1. Modellalkotás

A leendő mérnök-tanárok a gyakorlati képzés során vezetőtanár irányításával végzett iskolai tanítási gyakorlatokon vesznek részt. A mérnök-tanár hallgatók törekedtek arra, hogy változatos tanítási eszközöket és módszereket használjanak, kreatív és konstruktív tanulási légkört teremtsenek [17, 27].

A műszaki képzésben, szakképzésben rendkívül fontos a diákok kreativitásának, infokommunikációs eszközhasználatának, mobileszközöknek, applikációknak [8, 10, 14, 34] hatékony beépítése a tanórákba és a térszemlélet fejlesztése [15, 16, 32, 36]. Továbbá lényeges a probléma alapú tanulás alkalmazása, melynél a feladatok a valós élet problémáihoz kapcsolódó gyakorlati feladatok [12, 28], nem begyakorolt iskolai típusfeladatok [9, 13]. E feladatoknál a problémahelyzet leírása matematikai szempontból gyakran felesleges vagy hiányos adatokkal történik [7]. A szakképzésben végzett diákok a munkájuk során hasonló feladatokkal fognak találkozni, ahol ők fogalmazzák meg a megoldandó problémát, amit

saját maguknak kell modellezni és a megoldáshoz szükséges információkat megtalálni [13]. Szerencsés esetben már a szakképzésben a tanórák alkalmával csapatmunkában dolgozhatnak, a végeredményt pedig megbeszélhetik, visszajelzést kapnak róla a tanártól és a diáktársaktól is, így további képességeik is fejlődhetnek.

A gyakorlati élethez kapcsolódó feladatok megoldásakor általában szükséges modellezni. Modellezése alatt itt azt a képességet értjük, hogy egy adott valós helyzetben azonosítsuk egy problémát, lefordítjuk matematika nyelvére és értelmezzük az adott matematikai probléma megoldását a kiindulási helyzethez viszonyítva [18]. Blum és Leiß [5, 6] kutatásai olyan valós problémák megoldásának lépéseit írják le, melyek matematikai modellekre vezethetők vissza. E modellezés hét lépésből áll (1. ábra), amely szerint adott egy valós szituáció, melynek megértése (1. lépés) után megalkotjuk a szituációs modellt [21].



1. ábra: Blum és Leiß féle modellezési ciklus [5, 6] (forrás: [11])

A modellezés további folyamatában csak e modell szerepel, melyből egyszerűsítéssel (2. lépés) jön létre a valós probléma vagy modell. E modellt fordítjuk le a matematika nyelvére („matematizálva”, 3. lépés) és így kapjuk a matematikai problémát vagy modellt. E matematikai problémát megoldjuk a matematika eszközeivel (4. lépés), mellyel elérünk egy matematikai eredményt. Ezen eredményt értelmezve (5. lépés), tehát az eredeti környezetbe visszahelyezve megkapjuk a valós eredményt. A szituációs modellünk alapján ezt az eredményt értékelve (6. lépés) válaszolunk az eredeti kérdésre (7. lépés) [30]. A modellezési képesség értékelése mellett a kutatások felhívják a figyelmet a metakognitív kompetenciák fontosságára [21, 25, 35, 37, 38], a modellezési ciklus ismeretének fontosságára [22], hiszen a hiányos tantárgyi ismeretek akadályozzák a modellalkotást [24].

## 2. Példa modellalkotásra

A modellalkotásra a mérnöktanár hallgatók tanítási gyakorlatain megvalósított feladatokból néhány példát említünk. Első példa egy feladat [4] a 9. osztályos, építőipari ágazati (ács-burkoló) diákoknak

szóló Építőipari alapismeretek tantárgy keretein belül, ahol az óra témája Az építőipari szakmák és az építőipari feladatokhoz kapcsolódó szakmák tevékenységi köre (2. ábra).

*Hány burkolólapra van szükség egy 52 m<sup>2</sup>-es helyiség burkolásához 30×60 cm-es lapokból, 4%-os vágási veszteség esetén? Hány egész dobozt kell vásárolni a burkoláshoz (egy dobozban 8 lap van)?*

2. ábra: 1. példa (forrás: [4])

E feladatnál a tantárgyi kapcsolat a Matematikával és az Építés kivitelezéssel valósul meg. A számítási feladat a tanórán azután következett, miután megbeszélték a burkoló feladatait, a burkolat fogalmát, csoportosítását, a lábazat fontosságát, a törési/vágási veszteség fogalmát, átismételték a szükséges matematikai ismereteket, továbbá tisztázták, hogy miért kell tudnia a szakembernek az anyagszükségletet meghatározni.

Másik példa egy feladat [2] a 11. osztályos, gépészeti szakmacsoport diákjainak szóló Gépelemek, Gépészeti alapozó feladatok tantárgyhoz kapcsolódóan; az óra témája a Súrlódásos hajtások (3. ábra).

**Rajzolja fel egy nyitott laposszíj hajtás elvi felépítését és számolja ki a szíj hosszúságát (**L<sub>p</sub>**) és határozza meg a szíj szélességét (**b**) az alábbi adatok alapján!**

A hajtó tárcsa átmérője:  $D_1 = 200\text{mm}$ ,

A hajtott tárcsa átmérője:  $D_2 = 400\text{mm}$ ,

Átvivendő teljesítmény:  $P = 3\text{kW}$ ,

A behajtó fordulatszáma:  $n_1 = 1440 \frac{1}{\text{min}}$ , = 24 [1/s]

A súrlódási tényező:  $\mu = 0,28$ ,

A tengelytávolság:  $a = 750\text{mm}$ ,

Megengedett hasznos feszültség:  $\sigma_p = 1,6\text{MPa}$ ,

A szíj vastagsága:  $\delta = 4\text{mm}$ ,

3. ábra: 2. példa (forrás: [2])

E feladatnál a tantárgyi kapcsolat a Fizika, Műszaki ábrázolás, Matematika, Mechanika és Géprajz tárgyakkal valósul meg. A számítási feladat a tanórán azután következett, miután megbeszélték a hajtómű fogalmát, a mechanikus hajtások fajtáit, alkalmazási területeit.

### 3. Szakmai szókincs. Képi megjelenítés és szóbeli leírás

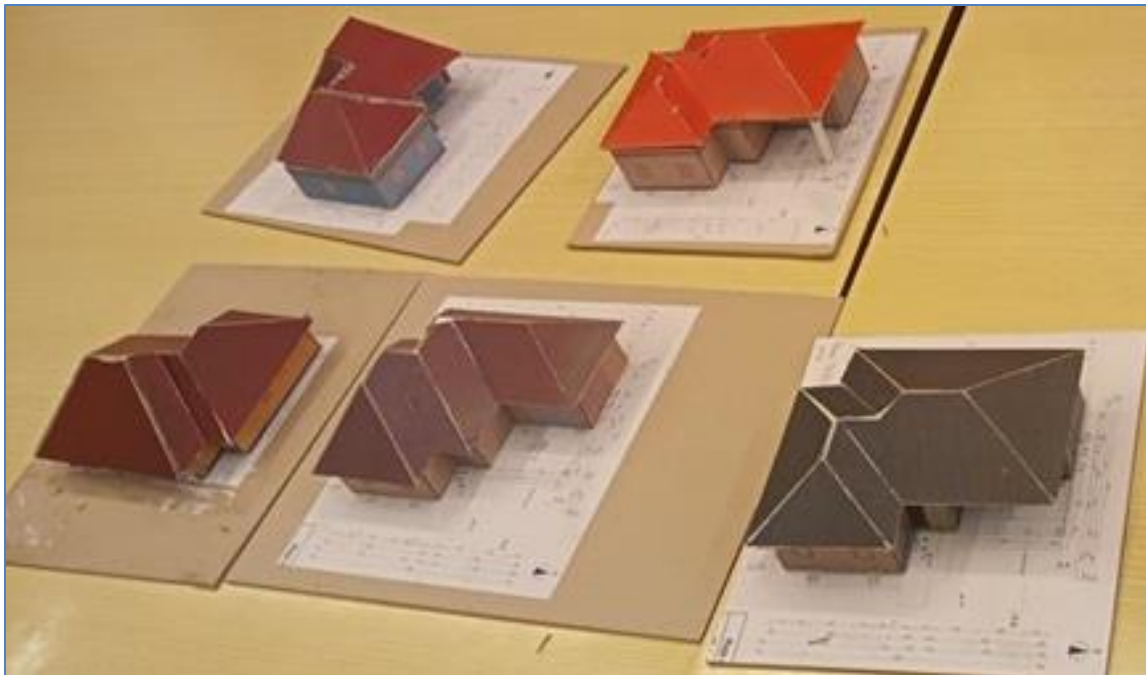
A Mérnök-tanár-képzés hallgatói beszámolóiból, önértékeléseikből kiderült, hogy fontosnak tartják azt, hogy diákjaik alkalmazni tudják majd a tanóráikon megszerzett tudást, illetve képesek legyenek hatékonyan kommunikálni, a gondolataikat kifejezni. Ezért a tanórák rendszeres célja a szókincs bővítése és a szóban történő szövegalkotás. E célokhoz alkalmazható módszerek például a forráselemzés, rövidfilmelemzés és az önálló témafeldolgozás utáni szóbeli összefoglalás.

A szakmai szókincs fejlesztésekor az oktatónak meg kell győződnie arról, hogy pontosak e a diákok fogalomképzetei. A képi megjelenítés és szóbeli leírás kapcsolatait vizsgáló kísérlet [31] arra világít rá, hogy minőségileg más műveletekre van szükség a szóbeli leírás alapján történő képalkotásakor, mint a fordított tevékenység esetén, azaz egy képi megjelenítés szóbeli leírása esetén. Például gépészeti ábrák esetén egy szerkezet képe szóban pontosan leírható, a kísérletben ez a diákoknak nem jelentett nagyobb nehézséget. Azonban a képzetek lerajzolása bonyolult feladat, a nehézséget főként a szerkezet működésének meghatározása okozza [31]. A diák pontatlanul emlékszik a szerkezet alakjára, mert nem érti hogyan működik az adott szerkezet. Emiatt lényeges, hogy a szakmai tárgyak ábráinak szóbeli leírásakor a szerkezet működésének, funkciójának a meghatározását is alaposan elmagyarázza az oktató [1].

#### 4. Példa szakmai szókincs és szóbeli leírás fejlesztésére

A tanult szakmai terminusok fejlesztésére, a képi megjelenítés és a szóbeli leírás összekapcsolására készített a képzés hallgatója egy építőipari Activity típusú játékot, a „Constructivity”-t [20]. Az építőipari ágazat (9. évfolyamos) tanulói számára, az építőipari kivitelezési alapismeretek témakörben szereplő szakszavakat tartalmazó kis kártyákból húztak a diákok egy-egy kártyát, melyet szóban körülírtak, táblára rajzoltak, vagy elmutogattak, a többi diák pedig kitalálta a szakmai kifejezést. Nagyon szórakoztató volt ez a diákoknak, miközben a tanult szakmai terminusokat átismételték és újakat is tanultak [20].

Az illusztrációkkal kapcsolatban a tanulóknak sokszor csak passzív befogadószerepük van. Ezért hasznos az olyan tanóra, ahol a diákok maguk készíthetnek a tananyaghoz kapcsolódó 3D-s tárgyakat. A következő példában a diákoknak egy lakóház makettjét kellett megépíteniük kartonból (4. ábra), adott alaprajzra, egy Építőipari Technikum 11. osztályában Szakmai informatika duplaóra keretein belül.



4. ábra: Lakóház makettjének megépítése (forrás: [20])

A tanóra cél- és feladatrendszere: térlátás, szakmai gondolkodásmód fejlesztése, motorikus képességek fejlesztése; a didaktikai feladatai a manualitás, motorikus képességek fejlesztése, a térlátás, a szakmai vizualitás gyakorlása. E feladatnál a tantárgyi kapcsolat a Műszaki rajz, Informatika, Építészet, Épületszerkezet, Magasépítéstan, Modellezési ismeretek, Anyagismeret tárgyakkal valósul meg.

## 5. Tantárgyak közötti kapcsolatok

A mérnökstanár hallgatók óravázlataiból kitűnik, hogy tanítási gyakorlatuk során törekedtek a tantárgyi izoláltság megszüntetésére, figyelmet fordítottak a tantárgyközi kapcsolatok erősítésére. Az utóbbi három évben végzett hallgatók portfóliói alapján vizsgáltuk, hogy tanításaik során milyen tantárgyakkal valósult meg tantárgyi kapcsolat.

A szakmai tanárképzés iránt ezen évek alatt csekély volt az érdeklődés. A vizsgálati idő alatt a mérnökstanár-képzés 14 hallgatója készített portfóliót, egy-egy portfólió több tanítási óravázlatot tartalmazott. Összesen 56 tanítási óraterv tartalmi elemzését végeztünk el.



5. ábra: Mérnökstanár hallgatók aránya specializációnként az utóbbi három évben

Az 5. ábra mutatja a portfóliót készítő mérnökstanár szakos hallgatók arányát specializációnként. E hallgatók 50%-a Gépezet-mechatronika specializáción végzett, míg 36%-uk Építő-építészet és 14%-uk Környezetvédelem-vízgazdálkodás specializáción.

Néhány tantárgy, amit a mérnökstanár szakos hallgatók tanítottak: Környezetvédelmi alapismeretek; Gépezeti alapozó feladatok; Mechanika; CAD-CAM gyakorlat; CAD alapismeretek gyakorlat; Műszaki ábrázolás; Építési alapismeretek; Építési gyakorlat. A hallgatók portfóliójából 56 óravázlat alapján vizsgáltuk, hogy tanításaik során milyen más tantárgyakkal valósítottak meg kapcsolatot. Általánosságban jellemző, hogy óravázlatonként 3-5 tantárgyi kapcsolatot soroltak fel, de volt olyan óravázlat is, amely nem említett egy kapcsolatot sem. Összesen 216 tantárgyi kapcsolatot neveztek meg az óravázlatokban.



6. ábra: A Gépészet-mechatronika specializáció tantárgyi kapcsolatai

A 6. ábra a Gépészet-mechatronika specializáció hallgatóinak óravázlatából a tantárgyi kapcsolatokat mutatja, amely szerint a legszorosabb a tantárgyi kapcsolat a Fizika (26 óravázlatban), Mechanika (18 óravázlatban), Matematika (14 óravázlatban), Géprajz (13 óravázlatban) és Műszaki ábrázolás (11 óravázlatban) tantárgyakkal. A hallgatók munkája alapján a további tantárgyi kapcsolatok: Szakmai gyakorlat, Gépelemek, Hegesztési ismeretek, Ábrázoló geometria, Anyagszerkezet, Gépábrázoló technológia, Kémia, Mérési alapismeretek, Munkavédelem és Műszaki rajz.



7. ábra: A Építő-építészet specializáció tantárgyi kapcsolatai

A 7. ábra az Építő-építészet specializáció hallgatóinak óravázlatából a tantárgyi kapcsolatokat mutatja. A legszorosabb a tantárgyi kapcsolat a Műszaki rajz (10 óravázlatban), Matematika (9 óravázlatban), Fizika (7 óravázlatban) tantárgyakkal. További tantárgyi kapcsolatok: Ábrázoló geometria, Építés kivitelezés, Informatika, Műhelygyakorlat, Építészet, Építésszerkezet, Anyagismeret, Építés-szervezés, Építési ismeretek, Statika, Építőanyagok elmélet, Magasépítéstan és Településtervezés.



8. ábra: A Környezetvédelem-vízgazdálkodás specializáció tantárgyi kapcsolatai

A 8. ábra a Környezetvédelem-vízgazdálkodás specializáció hallgatóinak óravázlatából a tantárgyi kapcsolatokat mutatja, amely szerint a legszorosabb a tantárgyi kapcsolat a Biológia, Földrajz és Kémia tantárgyakkal (mindegyik 4 óravázlatban). További tantárgyi kapcsolatok, a hallgatók munkája alapján: Fizika, Környezetvédelmi alapismeretek, Magyar nyelv, Ábrázoló geometria, Matematika, Földtudományi alapok, Környezeti kémia, Környezetvédelmi gyakorlat.

Mindhárom specializációra igaz, hogy a hallgatók összességében több mint 10 tantárggyal kapcsolódtak össze a saját tanórájukat.

A hallgatók kis létszáma miatt a specializációkra bontástól a további vizsgálatnál eltekintünk, továbbá csak azokat a tantárgyakat vesszük figyelembe, amelyek tantárgyi kapcsolatuként legalább az összes óraterv 10%-ában megjelentek.

	Tantárgyi kapcsolat (%)
Fizika	64
Matematika	45
Mechanika	32
Géprajz	23
Szakmai gyakorlat/ műhelygyakorlat	23
Műszaki rajz	21
Ábrázoló geometria	20
Műszaki ábrázolás	20
Gépelemek	11
Hegesztési ismeretek	11
Kémia	11

9. ábra: A mérnöktanár-képzés óraterveiben gyakori tantárgyi kapcsolatok



A 9. ábra mutatja, hogy a mérnök-tanár-képzés hallgatóinak 54 óratervéből a tantárgyi kapcsolat az óratervek hány %-ában figyelhető meg. A Fizika tantárggyal való kapcsolat a legjelentősebb, az óratervek több mint felében (64%) szerepel. Ezt követi a Matematika tantárgy (45%) és a Mechanika tantárgy (32%). E tárgyakon kívül az óratervek legalább 20%-ában szerepel további tantárgyi kapcsolatként a Géprajz, a Szakmai gyakorlat/műhelygyakorlat, a Műszaki rajz, az Ábrázoló geometria, a Műszaki ábrázolás, illetve 11%-ában a Gépelemek, a Hegesztési ismeretek és a Kémia. Megfigyelhető, hogy főként azok a tantárgyak szerepelnek gyakori tantárgyi kapcsolatokban, amelyek a későbbiekben a szakirányú mérnöki BSc képzés elején alapozó tárgyak lesznek.

## 5. Összegzés

Célunk a mérnök-tanár-képzésben résztvevő tanárjelöltek óravázlatainak tartalmi elemzése alapján a pedagógiai tapasztalatok összefoglalása, a modellalkotás, illetve az egyes tantárgyak közötti kapcsolatok vizsgálata, mely fogalmakat a mérnök-tanár-képzés területén belül vizsgáltuk. A mérnök-tanár-képzés hallgatóinak eszköztárából hoztunk példákat modellalkotásra, szakmai szókinccs fejlesztésére, melyeket leendő mérnök-tanároknak a szakképző iskolákban folytatott tanítási gyakorlat során alkalmaztak.

A mérnök-tanár hallgatók törekedtek arra, hogy változatos tanítási eszközöket és módszereket használjanak, motiváló, kreatív és konstruktív tanulási légkört teremtsenek. Lényegesnek tartották a diákok kreativitásának fejlesztését, a valós élet problémáihoz kapcsolódó gyakorlati feladatok segítségével.

A tanóra eredményességét növelte, hogy különös figyelmet szenteltek a szakmai szókinccs fejlesztésének, például ötletes, saját fejlesztésű játékkal, illetve az, hogy a tananyaghoz kapcsolódó 3D-s tárgyakat a diákok maguk készíthették el. A hallgatók kiemelten törekedtek arra, hogy tanításaik során a tananyagot több más tantárggyal is kapcsolatba hozzák.

## Hivatkozások

- [1] Arnheim R. (1969) *Visual thinking*, University of California Press
- [2] Balogh I. J. (2022) *Óraterv, Portfólió*, Debreceni Egyetem
- [3] Bán A. (2008) A szakmai tanárképzés története, helyzete és jövőbeliperspektívái a Dunaújvárosi Főiskolán, In: Kiss E. és Buda A. (szerk.): *Interdiszciplináris pedagógia és az eredményesség akadályai*. Debreceni Egyetem, Neveléstudományok Intézete, Debrecen, pp. 321-331.
- [4] Bíró B. A. (2023) *Óraterv, Portfólió*, Debreceni Egyetem
- [5] Blum W. és Leiss D. (2005) *Modellieren im Unterricht mit der "Tanken" - Aufgabe*, Mathematik Lehren, 128, pp. 18-21.
- [6] Blum W. és Leiss D. (2007) How do students and teachers deal with modelling problems? In: Haines C., Galbraith P., Blum W. és Khan S. (szerk.): *Mathematical modelling (ICTMA 12): Education, engineering and economics*, Chichester: Horwood, pp. 222-231. DOI: 10.1533/9780857099419.5.221

- [7] Csíkos Cs. és Csapó B. (2011) A diagnosztikus matematika felmérések részletes tartalmi kereteinek kidolgozása: elméleti alapok és gyakorlati kérdések, In: *Csapó B. és Szendrei M. (szerk.): Tartalmi keretek a matematika diagnosztikus értékeléséhez*, Nemzeti Tankönyvkiadó Zrt. , I SBN 978-963-19-7211-5, pp. 141-168.
- [8] Darai Gy., Filep G., Nagy-Kondor R. és Szíki G. Á. (2015) Dynamics Experiments Applying NI Devices and LabVIEW. *Proceedings of the 3rd International Scientific Conference on Advances in Mechanical Engineering*, ISBN 978-963-473-917-3, pp. 38-43.
- [9] Frensch P. és Funke J. (1995) Definitions, traditions, and a general framework for understanding complex problem solving, In: Frensch P. és Funke J. (szerk.): *Complex problem solving: The european perspective*. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, Hillsdale, NJ., pp. 3-27.
- [10] Guzsvinecz T., Sik-Lanyi C., Orban-Mihalyko E. és Perge E. (2021) Implementation of the Heinrich Spatial Visualization Test in a Virtual Environment. *International Journal of Engineering and Management Sciences*, 6(4), pp. 1-8. DOI: 10.21791/IJEMS.2021.4.1.
- [11] Hankeln C. és Greefrath G. (2021) Mathematische Modellierungskompetenz fördern durch Lösungsplan oder Dynamische Geometrie-Software? Empirische Ergebnisse aus dem LIMo-Projekt. *J Math Didakt* 42, pp. 367-394. DOI: 10.1007/s13138-020-00178-9
- [12] Kézi Cs. és Nagyné Kondor R. (2022) Alkalmazott matematikai feladatok megoldásának elemzése a középiskolában, *Proceedings of the Conference on Problem-based Learning in Engineering Education*, ISBN 9789634904540, pp. 40-44.
- [13] Molnár Gy. (2001) Az életszerű feladathelyzetekben történő problémamegoldás vizsgálata, *Magyar Pedagógia*, 101(3), pp. 347-372.
- [14] Nagy-Kondor R. (2008) Using dynamic geometry software at technical college, *Mathematics and Computer Education, Fall*, 42(3), pp. 249-257.
- [15] Nagy-Kondor R. és Esmailnia S. (2021) Polyhedrons vs. Curved Surfaces with Mental Cutting: Impact of Spatial Ability. *Acta Polytechnica Hungarica*, 18(6), pp. 71-83. DOI: 10.12700/APH.18.6.2021.6.4
- [16] Nagy-Kondor, R. (2024) Spatial Intelligence: Why Do We Measure? *Annales Mathematicae et Informaticae*, 60. DOI: 10.33039/ami.2024.03.001
- [17] Nagyné Kondor R. (2023) Mérnök-tanár-képzés – Taneszközök kiválasztása, *International Journal of Engineering and Management Sciences*, 8(2), pp. 89-96. DOI: 10.21791/IJEMS.2023.011
- [18] Niss M., Blum W. és Galbraith P. (2007) Introduction. In W. Blum, P. L. Galbraith, H.-W. Henn & M. Niss (Hrsg.), *Modelling and applications in mathematics education. The 14th ICMI study*, Boston, Springer, pp. 3-32. DOI: 10.1007/978-0-387-29822-1\_1.
- [19] Orosz L. (1991) A műszaki pedagógusok képzésének története, In: Szövényi Zs. (szerk.): *A szakmai pedagógusok képzésének története Magyarországon*. Oktatókutató Intézet, Budapest, pp. 9-54.
- [20] Piri M. (2023) *Óraterv, Portfólió*, Debreceni Egyetem

- [21] Reusser K. (1997) Erwerb mathematischer Kompetenzen: Literaturüberblick. In F. E. Weinert & A. Helmke (Hrsg.), *Entwicklung im Grundschulalter* (S. 141–155). Weinheim: Beltz, Psychologie-Verl.-Union
- [22] Schukajlow S., Kolter J. és Blum W. (2015) Scaffolding mathematical modelling with a solution plan. *ZDM*, 47(7), pp. 1241-1254. DOI: 10.1007/s11858-015-0707-2.
- [23] Seres Z. (2021) A földrajz és a történelem tantárgyak kapcsolata a köznevelési rendszer 7–10. évfolyamain, *GeoMetodika* 5(3), pp. 35–56. DOI: 10.26888/GEOMET.2021.5.3.3
- [24] Somfai Zs. (2006) *A tankönyvek korszerűségét és minőségét meghatározó tényezők* Elhivatottság-Tankönyv és Taneszköz Kutató és Fejlesztő Intézet
- [25] Stillman G. (2011) Applying Metacognitive knowledge and strategies in applications and modelling tasks at secondary school. In G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo Ferri & G. Stillman (Hrsg.), *Trends in teaching and learning of mathematical modelling*, Dordrecht, Springer Netherlands, pp. 165-180. DOI: 10.1007/978-94-007-0910-2\_18.
- [26] Szabó Sz. (2009) *A fizika és a matematika tantárgyi kapcsolatai – a fizikatanár szemével.* <https://ofi.oh.gov.hu/tudastar/testveri-tantargyak/fizika-matematika>  
letöltve: 2024.03.25.
- [27] Szanyi Gy., Nagyné K. R. és Sipos D. (2019) *Módszertani gyakorlatok a mérnökképzésben*, DE MK, ISBN 978-963-490-103-7
- [28] Szíki G. Á., Nagyné Kondor R. és Kézi Cs. (2017) Alkalmazásorientált matematikaoktatás a DE Műszaki Karán, *International Journal of Engineering and Management Sciences*, 2(2), pp. 36-42. DOI: 10.21791/IJEMS.2017.2.4
- [29] Takács G. (2003) Tantárgyi ismeretek integrálása, avagy új feltételrendszer, *Iskolakultúra*, 4, pp. 67-72.
- [30] Tóth B. (2013) *Modellezési kompetencia és modellezési lépések. Esettanulmány egy nyolcosztályos gimnázium tanulóiról*, ELTE TTK, Budapest, TDK dolgozat. [https://ttktanar.elte.hu/wp-content/uploads/sites/5/2015/10/Toth\\_Bettina-Modellezesi\\_kompetencia\\_es\\_modellezesi\\_lepések.pdf](https://ttktanar.elte.hu/wp-content/uploads/sites/5/2015/10/Toth_Bettina-Modellezesi_kompetencia_es_modellezesi_lepések.pdf)  
letöltve: 2024.01.12.
- [31] Tóth B. (2014) Szakmódszertani kísérletek a mérnökstanár képzés szolgálatában, In: Tóth P., Ósz R. és Várszegi Á. (szerk.): *Pedagógusképzés - személyiségformálás, értékközvetítés, értékteremtés, IV. Trefort Ágoston Szakmai Tanárképzési Konferencia Tanulmánykötet*, ISBN 978-615-5460-05-0, pp. 237-252.
- [32] Tóth P. (2016) *Az osztálytermi tanítás oktatástechnikája és oktatástechnológiája*, Szakmai Pedagógusképzés Sorozat, Typotop Kft., Budapest. ISBN 978-615-80494-8-1
- [33] Tóth P. (2021) *Fejezetek a mérnökpedagógiából I.*, Szakmai Pedagógusképzés Sorozat, Typotop Kft., Budapest

- [34] Tóth R. (2021) Script-aided generation of Mental Cutting Test exercises using Blender. *Annales Mathematicae et Informaticae*, 54, pp. 147-161. DOI: 10.33039/ami.2021.03.011
- [35] Tropper N. (2019) *Strategisches Modellieren durch heuristische Lösungsbeispiele: Untersuchungen von Lösungsprozeduren und Strategiewissen zum mathematischen Modellierungsprozess*, Wiesbaden: Springer. DOI: 10.1007/978-3-658-24992-2
- [36] Turgut M. és Nagy-Kondor R. (2013) Comparison of Hungarian and Turkish prospective mathematics teachers' Mental Cutting performances, *Acta Didactica Universitatis Comenianae*, 13, ISBN 978-80-223-3507-2, pp. 47-58.
- [37] Vorhölter K., Krüger A. és Wendt L. (2019) Chapter 2: metacognition in mathematical modeling—an overview. In: Chamberlin S. A. és Sriraman B. (szerk.): *Affect in mathematical modeling*, Cham: Springer, pp. 29-51. DOI: 10.1007/978-3-030-04432-9\_3
- [38] Zöttl L., Ufer S. és Reiss K. (2010) Modelling with heuristic worked examples in the KOMMA learning environment, *Journal für Mathematik-Didaktik*, 31(1), pp. 143-165. DOI: 10.1007/s13138-010-0008-9



© 2024 by the authors. Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).